

LA PLATINE HF6-SF/II

Il y a quelques mois, (... déjà !) nous présentions une platine à synthèse de fréquence, permettant de couvrir tous les canaux des bandes 72 MHz ou 41 MHz, au pas de 5 kHz, ce qui donne 101 canaux dans la première bande et 41 dans la seconde.

Nous pensions, bien sincèrement, que cette description aurait un gros succès. Or, il nous semble aujourd'hui que relativement peu d'amateurs se sont laissé séduire ! Les raisons sont sans doute diverses :

– Tout d'abord, la platine HF-6-SF est relativement onéreuse. Plus évidemment qu'une platine banale, du type HF1 ou même HF4. En fait quand on calcule l'équivalent « quartz » de ses possibilités, on constate que ce prix même un peu élevé est dérisoire puisque 2 quartz en remplacent 101 !

– En second lieu, nous pensons que la technologie un peu complexe de la synthèse de fréquence a fait craindre à quelques-uns de ne pas pouvoir se sortir d'affaire et ainsi de perdre l'investissement consenti. Cet argument ne tient guère car si complexité il y a, heureusement la mise au point est assez simple et il n'y a pas de problème insurmontable à redouter.

– Peut-être aussi quelques autres ont craint d'essayer les plâtres en se lançant trop vite dans une technique « trop en avance sur son temps » ! C'est sans doute l'argument le plus valable. Cependant, si la platine HF6-SF n'est certainement pas la dernière du genre, l'auteur s'engage à essayer pour les prochaines de réutiliser un maximum des compo-

sants onéreux, de manière à minimiser la dépense future, s'il y a lieu.

– Nous envisageons aussi une quatrième raison plus grave et plus attristante : une certaine désaffection des amateurs en tous genres pour la réalisation personnelle. L'achat du matériel tout fait est évidemment tentant. Mais nous espérons bien qu'il restera toujours des fervents du « je fais tout moi-même » faute de quoi, les revues du genre de celle que vous lisez en ce moment n'auraient plus qu'à fermer leurs pages !

– Enfin, peut-être que la récente explosion micro-informatique a été aussi un élément négatif du problème. Beaucoup d'amateurs d'électronique ont attrapé le « virus du clavier » et ont investi lourdement dans le « hard ». Nous ne leur lancerons pas la première pierre, ayant nous-même contracté cette navrante maladie. Heureusement, nous sommes maintenant en convalescence. Nous souhaitons à tous les RCistes malades du « μ P » une prompt guérison et un retour à leurs « premières amours » !

Mais revenons à notre platine HF6-SF dont nous allons vous proposer une seconde version, légèrement différente de la première, ce qui rend son fonctionnement encore un peu meilleur et sa réalisation plus facile encore. Nous n'allons pas refaire une longue description du montage, mais simplement donner l'essentiel permettant de réaliser ce deuxième exemplaire sans difficulté. Il sera donc indispensable pour ceux qui se décideront à faire chauffer le fer à souder de se reporter à la précédente description qui est parue dans le n° 1692 pour la partie théorique et 1693 pour la réalisation pratique.

I - Le schéma de HF6-SF/II

Nous donnons d'abord en figure 1 le diagramme de fonctionnement de la platine. Les amateurs peuvent ainsi constater le peu de différence avec la version précédente. La chaîne HF est très simple, mais on y trouve un étage supplémentaire. Alors que la première version ne comptait que trois étages : Pilote, Driver et PA, nous en avons maintenant quatre : un driver supplémentaire est apparu ! C'est d'ailleurs la seule modification électrique de HF6-SF/II, les autres ne se remarquant que dans la réalisation. Ce nouvel étage, équipé d'un transistor à effet de champ à deux conséquences :

- Il augmente la puissance HF finale. En effet, la première version était « un peu juste », avec nécessité parfois de trier les transistors pour un bon résultat. Cette fois, nous sommes plus large et par conséquent, le choix est moins critique.

- Il augmente encore l'isolement entre l'antenne et le pilote, ce qui minimise les réactions lors des touchers d'antenne. Dans ce cas, il y a variation de la charge HF de sortie qui se transmet d'étage en étage par les capacités parasites interélectrodes et parvient ainsi jusqu'au pilote qu'elle fait glisser légèrement. Bien sûr, le synthétiseur rattrape « presque » instantanément la bonne valeur, mais il s'ensuit une légère modulation de fréquence parasite qui est évidemment reçue et donne un à-coup sur les servos. En ajoutant un étage, cet effet

est d'autant réduit et devient très secondaire. En fait, s'il y a des progrès à faire, ce n'est pas là le problème essentiel à résoudre.

Le reste du montage est resté le même. La HF est prélevée à la sortie du second driver et elle est ramenée à 12 ou 11 MHz par changement de fréquence : $72 - 60 = 12$ MHz ou $41 - 30 = 11$ MHz, selon la bande de travail. Cette fréquence est alors assez basse pour être traitée par le circuit intégré C.MOS de synthèse, qui la compare après division programmable aux 5 kHz issus par division fixe du quartz de référence. Le résultat de la comparaison est une tension d'erreur envoyée vers la varicap du pilote pour asservissement de la fréquence. Le même pilote reçoit également le signal modulant qui donne à la porteuse le « swing » convenable.

La technique de HF6-SF a des avantages et des inconvénients. Hélas la perfection n'est pas de ce monde !

- Au plan des avantages :

- Simplicité de la chaîne HF où tous les étages travaillent sur la même fréquence.

- Excellente pureté spectrale de l'émission produite, seuls les harmoniques du signal essentiel pouvant apparaître à la sortie antenne.

- Très bonne stabilité de la fréquence porteuse. Celle-ci est fonction de deux quartz très stables. Si dérive il y a, elle se retrouve dans la fréquence émise sans aucune multiplication. La précision des canaux émis est parfaite, bien meilleure qu'avec les quartz

interchangeables des platines classiques. Ce n'est d'ailleurs pas le moins surprenant quand on expérimente sur ce genre de matériel !

- La modulation de fréquence est d'excellente qualité. Il n'y a pas de trace de la correction continue effectuée par la synthèse. La photo E montrant le signal obtenu en sortie du RX9-SF associé (lui-même à synthèse de fréquence) vous permet de constater que l'on ne distingue pas la moindre trace d'anomalie. D'ailleurs au repos, les servos sont parfaitement immobiles et silencieux, ce qui est le critère absolu d'absence de bruit dans le signal. Le swing se règle très facilement et de plus, la fréquence moyenne d'émission est bien celle programmée par l'utilisateur, ce qui est si difficile à obtenir avec les platines à quartz modulés.

Le revers de la médaille maintenant :

- Rappelons la petite sensibilité aux touchers de l'antenne impossibles à supprimer complètement avec la technique employée. Disons encore que HF6-SF/II présente ce défaut à un niveau assez réduit pour ne guère avoir à s'en préoccuper. Ce n'est pas cela qui déterminera l'étude de la prochaine platine !

- Par contre, on doit bien admettre à la réflexion, que le principe du pilote, d'une part soumis aux efforts continus de la boucle de synthèse pour lui assurer une fréquence aussi constante que possible et, d'autre part, obligé de glisser en fréquence à cause du signal modulant appliqué, est un véritable défi au bon sens ! Ça marche évidemment, mais tout de même pas aussi bien que chez nos amis radioamateurs qui ont la chance de transmettre des sons, c'est-à-dire des signaux **symétriques** par rapport au niveau de repos ! Notre signal de codage RC est par contre parfaitement dissymétrique, tant pendant les ordres de voies (300 μ s d'un côté et 1 500 en moyenne de l'autre) que pendant le signal de synchro qui est tout d'un côté pendant quelque 8 ms ! De ce fait, et en raison des dissymétries, la PLL constate la modulation de fréquence et tend à la corriger. Elle n'y parvient pas entièrement, heureusement car il n'y aurait plus de swing, mais elle perturbe tout de même, en produisant une déforma-

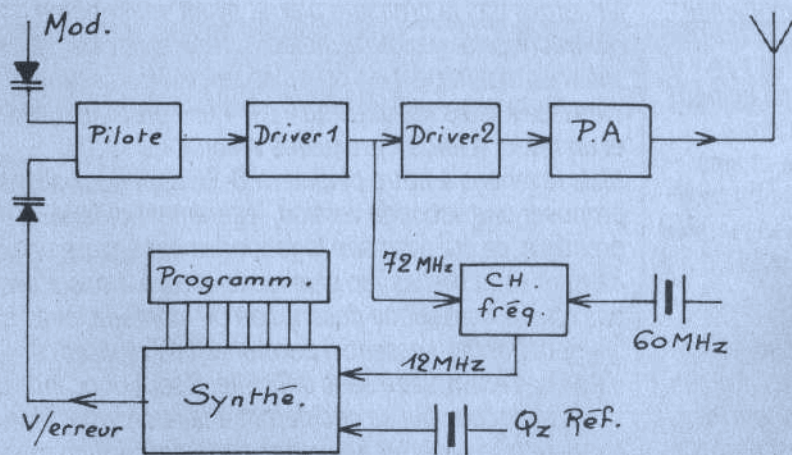


Fig. 1. - Structure de HF6/SF II - 72 MHz.

tion de l'allure générale : une inclinaison des paliers est inévitable. Le défaut est impossible à corriger entièrement, bien que la photo E en montre l'importance très relative en sortie d'un RX9 correctement réglé. Pourtant, de ce côté, il y a quelque chose à faire, que nous ferons, n'en doutez pas ! Ce sera sans doute la raison d'être de la prochaine platine.

En conclusion, HF6-SF/II est une bonne platine HF et vous pouvez, sans aucune crainte, en entreprendre la réalisation.

Faisons un rapide tour du schéma principal donné en figure 2 (version 72 MHz) : tout d'abord, en haut et à gauche, l'étage pilote construit autour de T₁, un transistor à effet de champ J310, excellent pour cette fonction, L₁ est accordée en 72 MHz par son noyau et par D₁, commandée par la boucle de synthèse. La varicap D₂ attaquée par le signal modulant assure le swing ou modulation de fréquence.

La HF générée est prélevée à « drain commun » par T₂, un J300, puis amplifiée par un second effet de champ, T₃, encore un J300. L'accord se fait dans le drain par L₂. Cette fois, d'une part on prélève directement la HF pour l'étage suivant, mais un enroulement de couplage l'extrait également pour l'envoyer vers le changement de fréquence. Dans le premier cas, c'est T₄ qui la reçoit et l'amplifie pour enfin provoquer l'excitation du final T₅. On peut remarquer que les deux derniers transistors ne sont pas polarisés au repos, le niveau HF, en particulier sur la base de T₄ étant maintenant suffisant pour assurer la conduction des jonctions. La consommation s'en trouve réduite.

D'autre part, le 72 MHz arrivant au S042, est mélangé à la fréquence de son oscillateur interne (60 ou 30 MHz). Le battement différence de 12 ou 11 MHz est traité par le MC145151. La chaîne des diviseurs

programmables (N₀ à N₁₃) ramène ce signal à 5 kHz et le compare ensuite aux 5 kHz provenant du quartz de référence à 10 240 kHz. La tension d'erreur apparaît sur le picot 4 et est traitée par un double ampli OP, un LM358. Le résultat est alors une tension continue qui commande la capacité de la varicap D₁. Partis du pilote, nous y voici revenus ! Nous avons parcouru, ce qui s'appelle une boucle à verrouillage de phase (ou PLL : Phase Locked Loop).

Rappelons la méthode de calcul de la programmation :

Exemple : Canal 72 125 kHz.

- 72 125 - 60 000 = 12 125 kHz

(fréquence sortant du S042),

- 12 125 : 5 = 2 425

(coefficient de division),

- 2 425₁₀ = 100101111001₂

(conversion en base 2).

Les 8 chiffres de poids faible sont à programmer : soit 0111 1001.

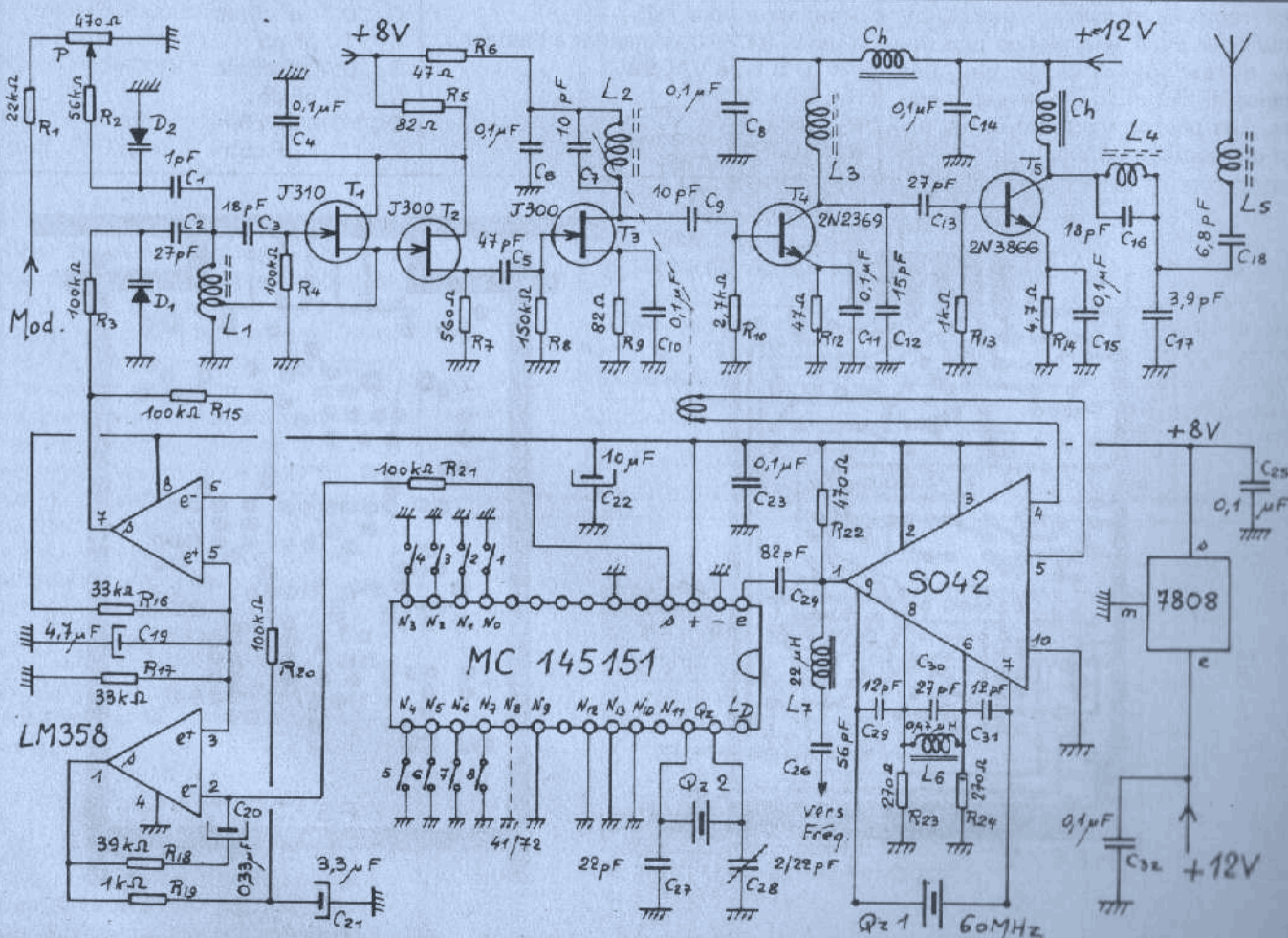


Fig. 2. - Schéma de HF6/SF II. Version 72 MHz.

Les chiffres restant de poids fort sont programmés de manière fixe, dans la bande choisie. Ici 001001 pour N_{13} à N_8 .

Bien sûr, ces calculs sont faits une fois pour toutes. Vous trouverez les résultats complets, sous forme de tableaux, dans le premier article, dont nous avons rappelé les coordonnées, un peu plus haut.

La sortie d'antenne se fait, d'une part, à travers un filtre réjecteur d'harmonique 2 (L_4 et C_{16}) et supérieurs (C_{17}) et un circuit d'accord sur la fréquence porteuse, très efficace, même en 72 MHz (L_5 et C_{18}). Cet accord est même efficace avec le thermique d'antenne !

II - Réalisation

C'est à ce niveau que les amateurs trouveront la seconde modification de HF6-SF. En effet, nous avons entièrement repris le dessin du circuit imprimé pour avoir une platine plus facile à réaliser et à régler. Les bobines HF ont aussi été un peu modifiées. Les photos montrent le bel aspect du montage terminé.

1. Liste des composants

NB. Les valeurs correspondent à la version 72 MHz. Nous consulter pour le 41.

- 1 J310 Siliconix
- 2 J300 Siliconix
- 1 2N2369 Motorola
- 1 2N3866 Motorola
- 1 S042E Siemens
- 1 LM358
- 1 MC145151P Motorola
- 1 7808
- 2 BB105
- 1 quartz 10 240 kHz, parallèle/15 pF (ou 30 pF en modifiant $C_{27/28}$)
- 1 quartz 60 000 kHz, overtone 3, SM816 de Matel (ou similaire)
- 4 cosses pour picots de 13/10 (ou supports de Qz)
- 1 support DIL 2 x 4, tulipe
- 1 support DIL 2 x 14, tulipe
- 1 bloc de 8 inter/DIL type KTD08
- 2 bobines subm. 3,3 μ H (Ch)
- 1 bobine subm. 0,47 μ H (L_6)
- 1 bobine subm. 22 μ H (L_7)
- 1 radiateur pour T05
- 1 jeu L_1 à L_5 à commander à l'auteur
- P 470 Ω type VA05 V
- R_1 : 22 k Ω
- R_2 : 56 k Ω
- R_3 : 100 k Ω

- R_4 : 100 k Ω
- R_5 : 82 Ω
- R_6 : 47 Ω
- R_7 : 560 Ω
- R_8 : 150 k Ω
- R_9 : 82 Ω
- R_{10} : 2,7 k Ω
- R_{11} : suppr.
- R_{12} : 47 Ω
- R_{13} : 1 k Ω
- R_{14} : 4,7 Ω
- R_{15} : 100 k Ω
- R_{16} : 33 k Ω
- R_{17} : 33 k Ω
- R_{18} : 39 k Ω
- R_{19} : 1 k Ω
- R_{20} : 100 k Ω
- R_{21} : 100 k Ω
- R_{22} : 470 Ω
- R_{23} : 270 Ω
- R_{24} : 270 Ω
- C_1 : 1 pF c5
- C_2 : 27 pF c5/N750
- C_3 : 18 pF c5/N750
- C_4 : 0,1 μ F c5mc
- C_5 : 47 pF c5
- C_6 : 0,1 μ F c5mc
- C_7 : 10 pF c5
- C_8 : 0,1 μ F c5mc
- C_9 : 10 pF c5
- C_{10} : 0,1 μ F c5mc
- C_{11} : 0,1 μ F c5mc

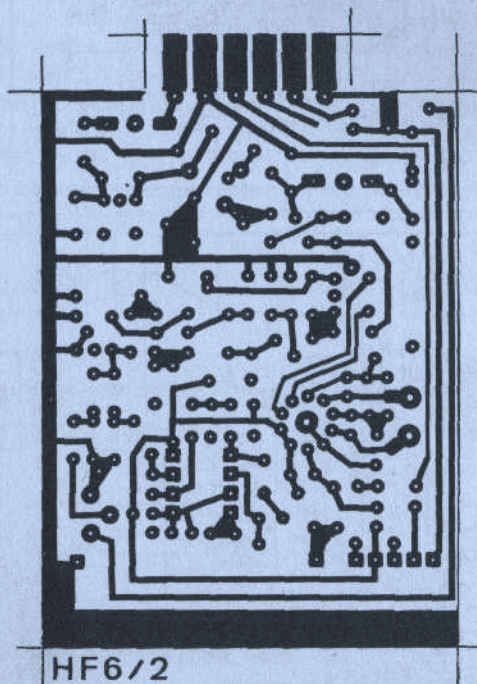


Fig. 3. - Verso du circuit imprimé principal.

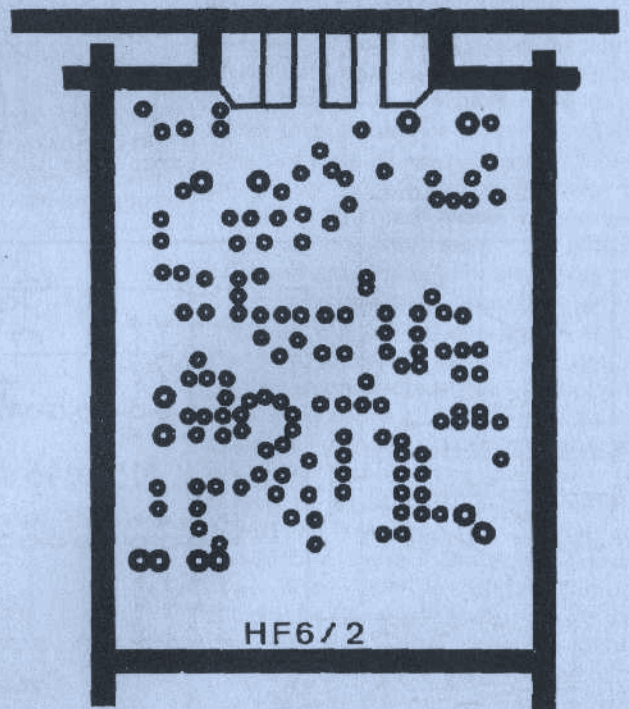


Fig. 4. - Recto du circuit imprimé principal (négatif).

- C₁₂ : 15 pF c5
- C₁₃ : 27 pF c5
- C₁₄ : 0,1 µF c5mc
- C₁₅ : 0,1 µF c5mc
- C₁₆ : 18 pF c5
- C₁₇ : 3,9 pF c5
- C₁₈ : 6,8 pF c5
- C₁₉ : 4,7 µF tg/25
- C₂₀ : 0,33 µF tg/25
- C₂₁ : 3,3 µF tg/25
- C₂₂ : 10 µF tg/25
- C₂₃ : 0,1 µF c5mc
- C₂₄ : 82 pF c5
- C₂₅ : 0,1 µF c5mc
- C₂₆ : 56 pF c5
- C₂₇ : 22 pF c5/NPO
- C₂₈ : 2/22 pF Aj. RTC
- C₂₉ : 12 pF c/2.5
- C₃₀ : 27 pF c5
- C₃₁ : 12 pF c/2.5
- C₃₂ : 0,1 µF c5mc

N.B.
 c5 = céramique plaquette au pas de 5 mm.
 c5mc = céramique plaquette au pas de 5 mm, multicouches.
 tg = tantale goutte.
 NPO = coefficient de température nul.
 N750 = coefficient de température négatif, 750 ppm.

2. Les circuits imprimés

(Voir les dessins en figures 3, 4 et 5.) A faire évidemment en époxy de 15/10, soit double face pour le CI principal, soit simple face pour le CI secondaire. Ne pas négliger l'étamage des pistes et plan de masse, pour un bel aspect et une meilleure tenue dans le temps. Perçage général à 8/10, avec agrandissement à 12/10 des trous du potentiomètre, à 20/10 des trous des cosses de quartz, à 5,5 mm des trous des bobines L₃ et L₅. Notons que les fils de ces deux bobines passent dans ce trou de 5,5 mm, le long du mandrin. On fera donc à la lime, deux petites encoches diamétrales pour en permettre le passage. Le CI secondaire se prépare de la même manière.

3. Pose des composants

Monter en premier les cosses du quartz : couper la patte de soudage à 2 mm, la rabattre à l'équerre. Resserer le tube à la pince et l'enfoncer dur dans le trou de 20/10. Souder.

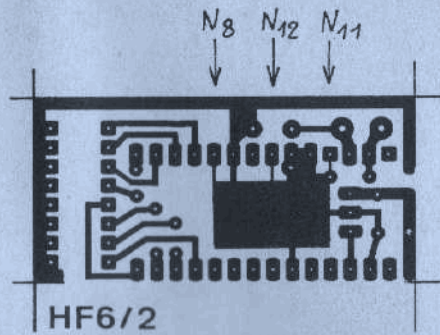


Fig. 5. - Circuit imprimé secondaire :
 - en 72 MHz - couper masse N₈ et N₁₁.
 - en 41 MHz - Couper masse N₁₁.

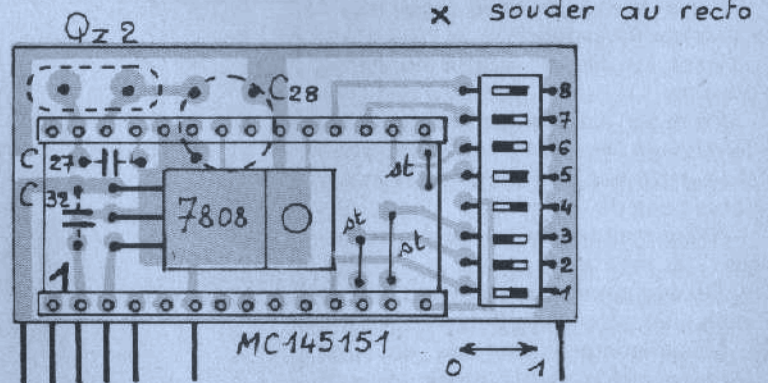
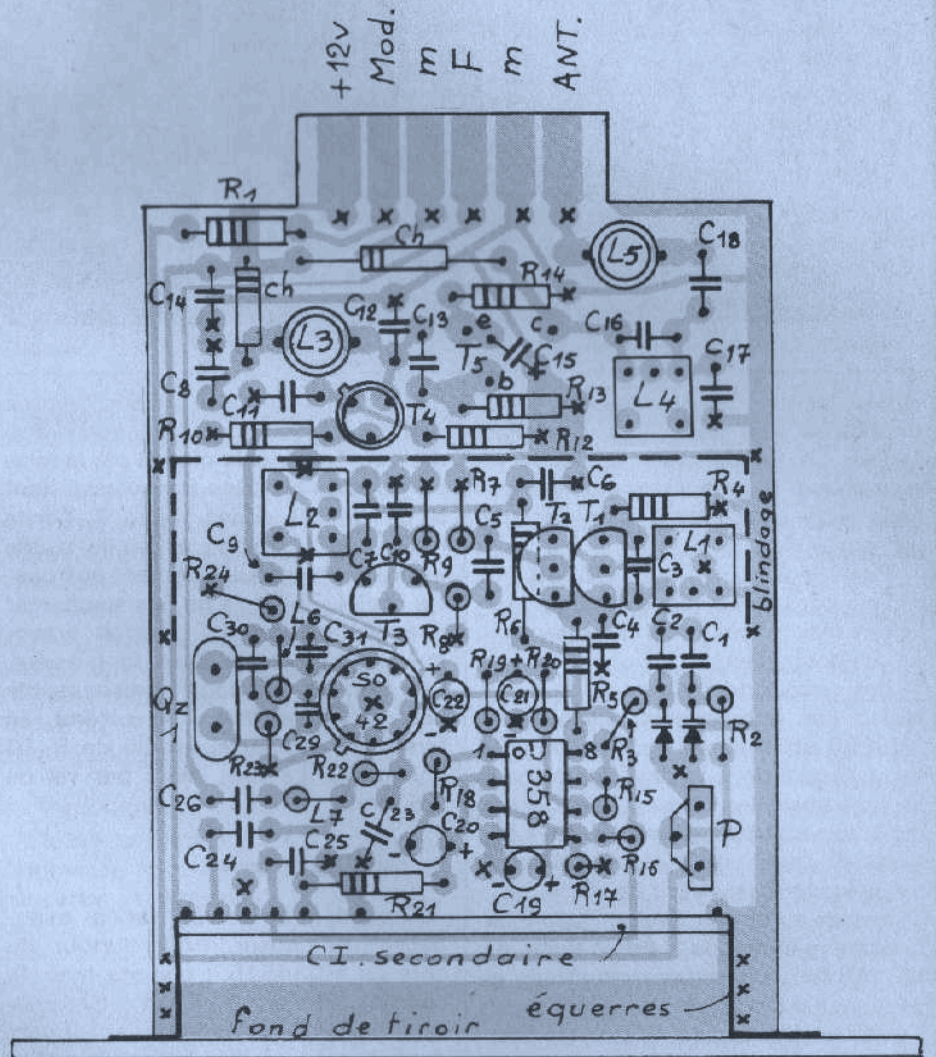


Fig. 6. - Pose des composants (T₅ non représenté).

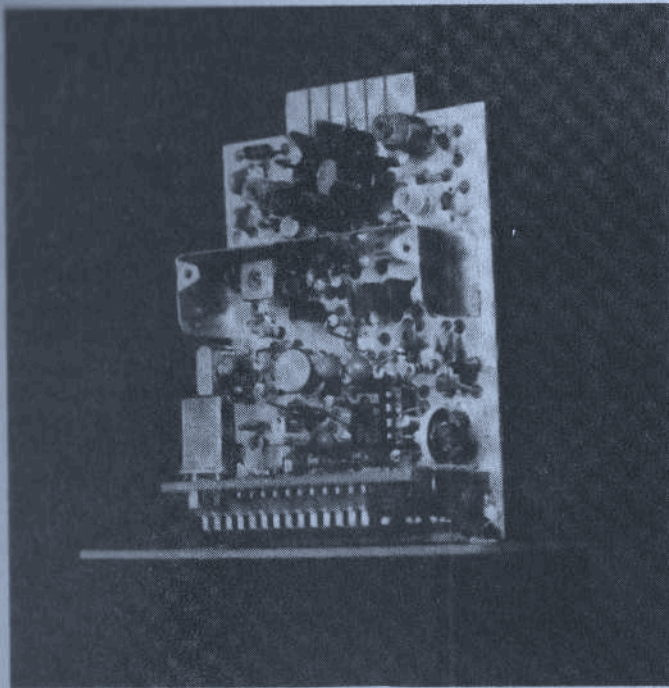


Photo B. - Vue côté pilote et P.A.

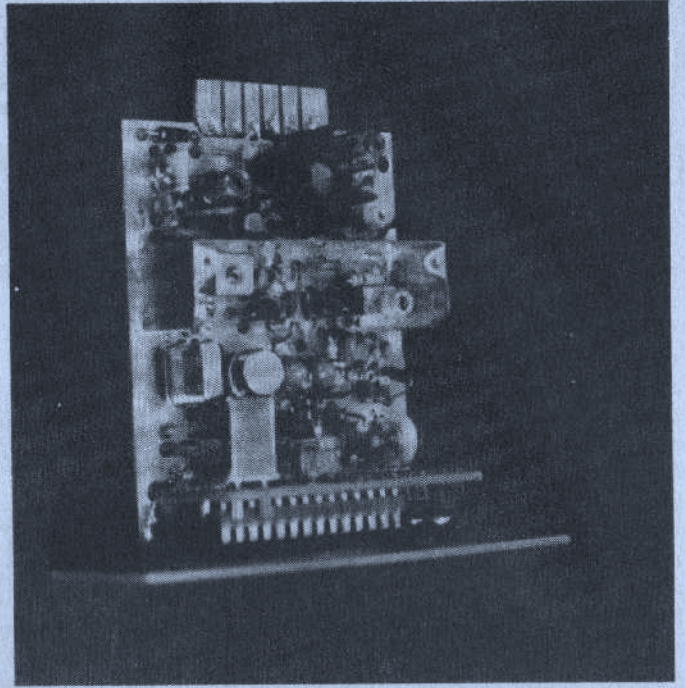


Photo C. - Vue côté 60 MHz et drivers.

Monter tous les composants ayant un pôle à la masse (repéré par x). Utiliser un fer de taille suffisante et bien chaud. Faire aussi toutes les liaisons recto-verso, aussi marquées par une croix (x).

Poser le support DIL du LM358.

Finir par la pose, dans l'ordre :

- des résistances et condensateurs,
- des bobinages,
- des semi-conducteurs.

N.B. : Les composants associés au 2N3866 sont placés sous ce transistor. Il faudra donc veiller à les plaquer le plus possible. Garder 1 mm entre résistances et plan de masse. Le transistor en question n'a pas été dessiné sur la figure 6 pour plus de clarté.

Passer au CI secondaire. Supprimer la barre médiane du support tulipe du MC145151. Poser les trois straps et souder ce support.

Souder les cosses du quartz. Souder les interrupteurs DIL.

Poser le 0,1 μ F et le régulateur à l'intérieur du support.

Fixer les fils de liaison au circuit principal.

Procéder alors à la « toilette » des CI. Limage léger des soudures, broyage, nettoyage à l'acétone. Terminer par la pose de C₂₇ et C₂₈.

Relier maintenant les deux plaquettes :

- Electriquement par les sept fils de liaison, en gardant 1/2 mm entre CI.
- Mécaniquement par les équerres dont on retrouvera le dessin dans le premier article.

Une plaquette d'époxy vissée sur

les équerres constitue le fond de tiroir démontable pour accès à la programmation. Terminer la platine par la mise en place du blindage transversal, dont le dessin est donné figure 7. On le réalise en fer blanc et on le soude légèrement, mais solidement aux quatre angles. Veiller à ne pas surcharger latéralement, ce qui pourrait provoquer des blocages dans la glissière. Ce premier blindage indispensable peut être complété d'un second, en forme de couvercle, en alu de 5/10 (facultatif). Le fixer alors par vis de 1,5 mm.

4. Mise en service

Procéder à la vérification minutieuse de rigueur. (Voir surtout du côté du MC145151, compte tenu de son prix.) Il n'est d'ailleurs guère possible de faire une grosse erreur, puisqu'il n'y a pas de fils de liaison. Veiller

seulement à ne pas placer les circuits intégrés à l'envers. Mettre donc la platine en état de marche, tous noyaux vissés au ras de mandrin et autres réglages à mi-course. Programmer le canal 72 250 kHz, milieu de la bande (1001 0010). Charger la sortie d'antenne avec une ampoule 12 V, 0,1 A.

Alimenter en 12 V, à travers un milliampèremètre à fils très courts. A la mise sous tension, le témoin doit en principe s'allumer, du moins faiblement. Sinon, surveiller le milliampèremètre et régler les noyaux dans l'ordre en partant de L₂ jusqu'à obtenir un débit de plus en plus important, atteignant et même dépassant les 100 mA. Le témoin est alors allumé, bien sûr ! En cas d'échec, vérifier l'étage pilote, à la boucle détectrice de HF, ou avec le fréquencemètre, ou avec un oscilloscope à bande de plus de 50 MHz. Un incident ne peut pro-

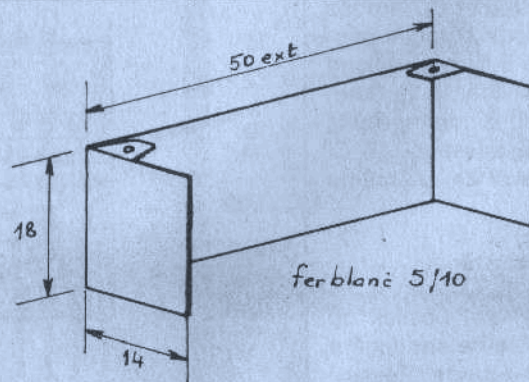


Fig. 7. - Blindage.

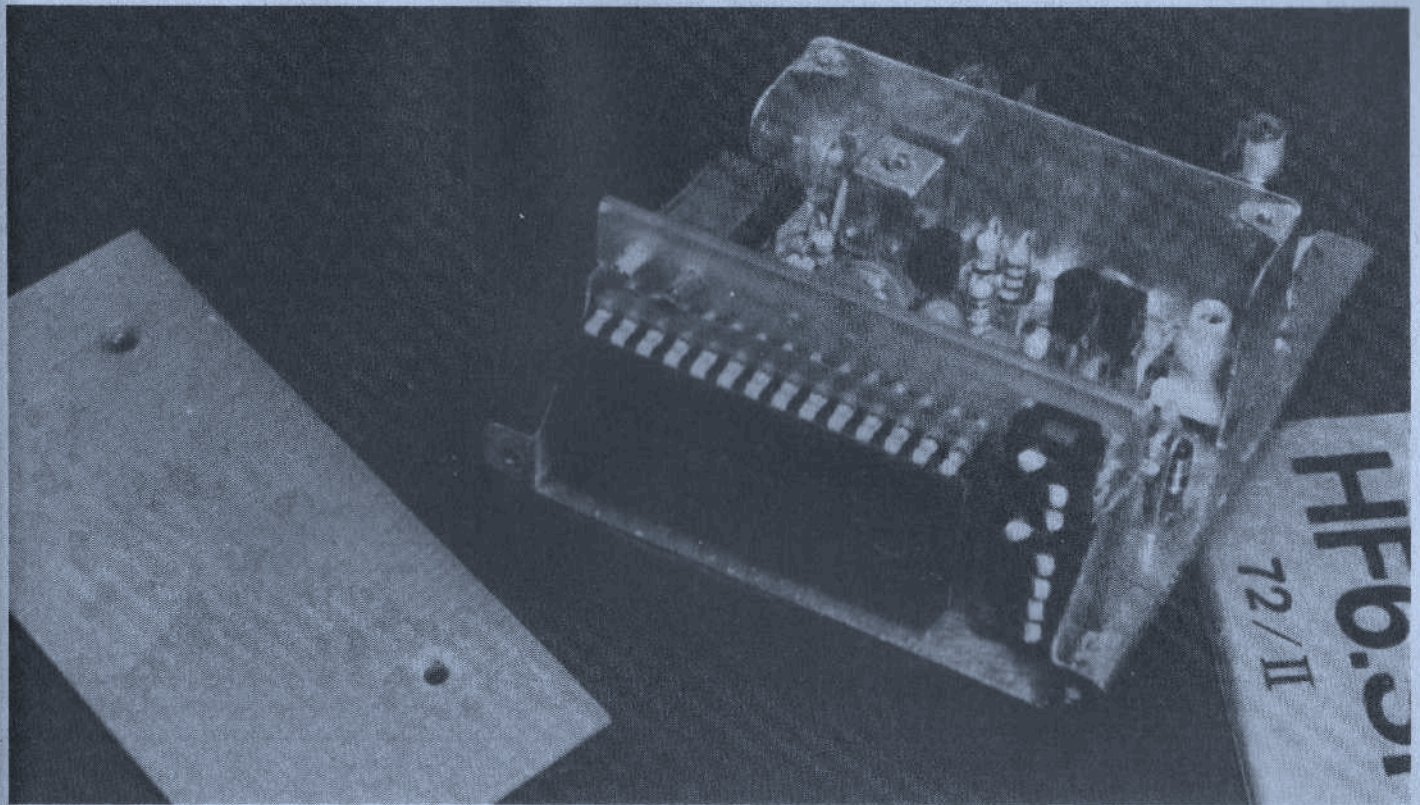


Photo D. — Vue côté MC 145151.

venir que d'une erreur grossière ou d'un composant défectueux !

Si la HF est obtenue, brancher l'oscillo sur le picot 28 du MC145151 et voir si le verrouillage de boucle est bon : dans ce cas, le niveau est haut, avec de très fines impulsions négatives, normalement à peine visibles. Sinon retoucher le réglage de L_1 pour qu'il en soit ainsi. En cas de problème, voir d'abord le changement de fréquence. Contrôler l'oscillation 60 MHz, par prélèvement de HF par boucle. Voir le 12 MHz à l'oscillo. Enfin penser au MC145151 et à sa

programmation. Ceci dit pour tout prévoir, mais nous n'avons jamais eu d'incident, jusqu'à présent !

Quand l'accrochage de boucle est correct, mesurer la porteuse au fréquencemètre. En cas d'écart avec la fréquence nominale, d'abord vérifier le 60 MHz puis ajuster le 10 240 MHz, pour une erreur inférieure à 500 Hz.

5. Fignolages

Placer la platine dans l'émetteur. Commencer par vérifier à nouveau la fréquence et retoucher C_{28} , si nécessaire.

Avec thermique, mesurer la tension au picot 7 du LM358 et l'amener à 4,5 V en retouchant le réglage de L_1 . Coller le noyau à la cire, pour éviter la microphonie.

Avec l'antenne en place et déployée, régler la chaîne HF, pour un champ maximal rayonné.

Le réglage précis de L_4 ne peut se faire qu'en observant le S-mètre d'un récepteur 144 MHz de radioamateur, de manière à avoir une déviation minimale. Si ce n'est pas possible, laisser le noyau vissé au ras du haut de mandrin. Pour le swing, P à mi-course convient généralement. Bien sûr, il faudra vérifier que le signal BF en sortie de récepteur a une amplitude correcte et on retouchera alors P si nécessaire.

En conclusion, nous espérons que HF6-SF/II tentera quelques RCistes qui avaient hésité à faire le « saut » la première fois. Nous leur garantissons un excellent fonctionnement de l'ensemble. Associé à un RX9-SF, le système ainsi constitué est fiable et reproductible.

Pour l'avenir immédiat, nous travaillons sur un modèle différent de platine. Nous espérons pouvoir nous approcher du parfait ! Le sujet n'est donc pas épuisé et vous aurez prochainement l'occasion de nous relire à ce sujet. Du moins, nous l'espérons !

F. THOBOIS

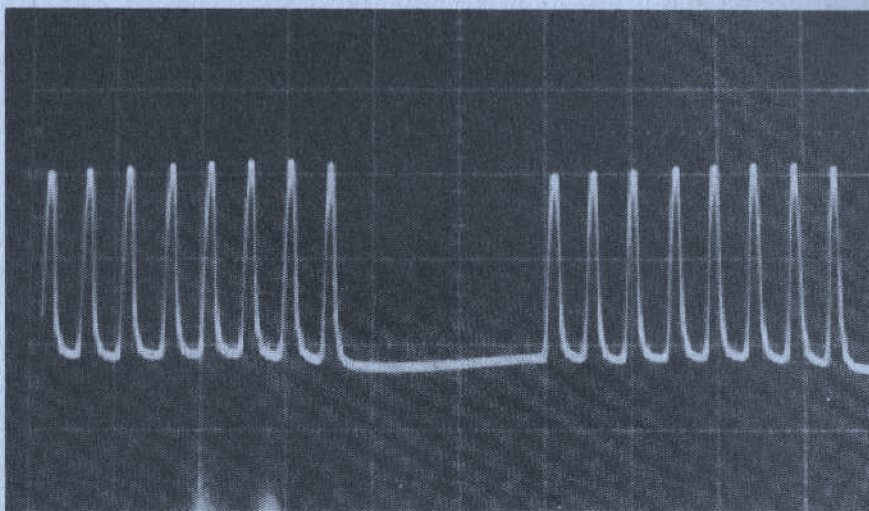


Photo E. — Signal en sortie RX9-SF avec HF6-SF/II vert : 500 mV/div.